

18 食肉生産における温室効果ガス排出抑制技術の開発と検証

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○福島正人、添田若菜、池田純子

研究期間：令和4（2022）～令和6（2024）年度 予算区分：受託（伊藤記念財団）

1 目的

交雑種肥育牛にアミノ酸バランス改善飼料を給与し、生育状況・出荷成績及び堆肥化時のGHGの発生状況等を調査し、生産性へ及ぼす影響とGHGの削減効果について検討する。

2 方法

(1) 試験牛

交雑種去勢牛24頭（平均13か月齢、平均体重495kg）（試験区12頭、対照区12頭）

(2) 給与配合飼料

試験区 CP%DM設計値：12%（アミノ酸バランス改善飼料）

対照区 // : 14%（慣行配合飼料）

(3) 体重測定、ふん尿等の採取

ア 令和4(2022)年10月から肥育試験を開始して、3か月目、6か月目、9か月目及び出荷時（令和5（2023）年8月～10月）に出荷し、体重の変化を調査した。また、経済性として枝肉重量、枝肉単価、枝肉金額を調査した。

イ また、飼料摂取量として1日1頭当たりの配合飼料摂取量を調査した。

ウ 9か月目時に牛床を採材し小型堆肥化装置（かぐやひめ）で2週間堆肥化試験を行い、この間に発生する温室効果ガス（N₂O及びメタン）の測定を行った。

3 結果の概要

堆肥化中に発生したN₂Oとメタンの量に、地球温暖化係数である298（N₂O）と25（メタン）を乗じてCO₂換算したところ、試験区が128kg/2週間に対して対照区が231.7kg/2週間と約半減していた（図1）。

出荷時の12頭の平均体重は、試験区が880.4kgに対して対照区が865kgと両区に差は見られなかった（図2）。

枝肉重量は、試験区が531kgに対して対照区が513kg、枝肉単価は試験区が1,339円/kgに対して対照区が1,262円/kg、これらを乗じて計算する枝肉金額は試験区が711,316円/頭に対して対照区が650,995円/頭であり、対照区に対して試験区は約1.1倍高い金額だった。

一方で、1日1頭当たりの配合飼料摂取量は、試験区が11.3kg/（頭・日）に対して対照区が10.4kg（頭・日）と対照区に対して試験区は約1.1倍多い摂取量だった。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

交雑種肥育牛にアミノ酸バランス改善飼料を給与することで、堆肥化中に発生する温室効果ガスを削減できることが実証できたことから、次年度は黒毛和種肥育牛で実証試験を行う。

[具体的データ]

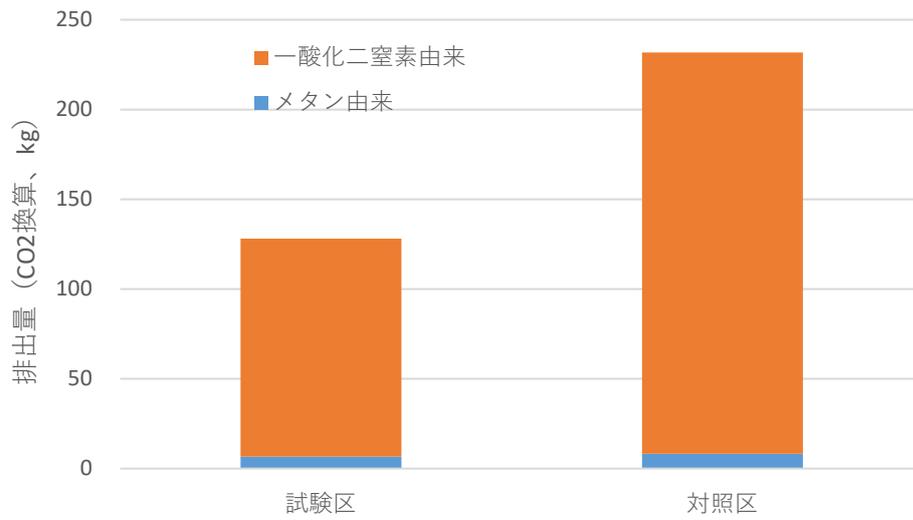


図1 堆肥化中に発生した温室効果ガス発生量

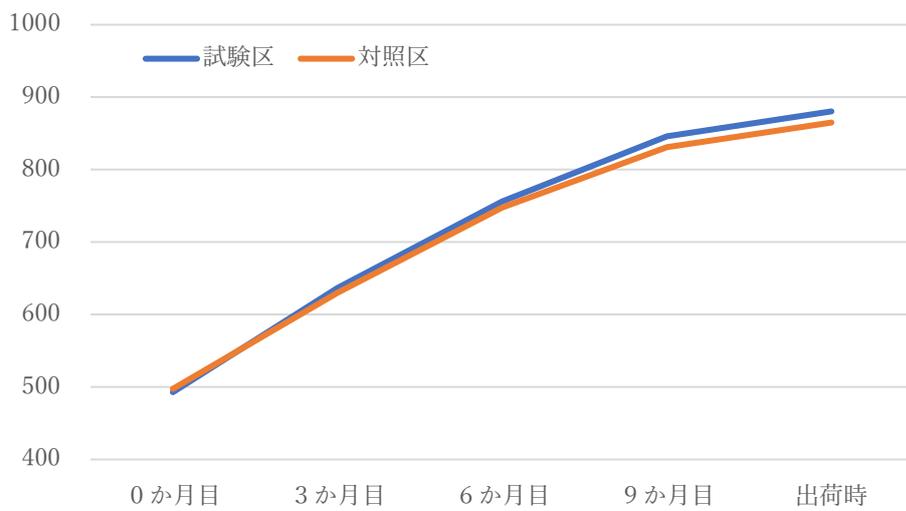


図2 体重の変化

19 新たな臭気モニタリング手法の開発

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○福島正人、添田若菜、池田純子

研究期間：令和5（2023）～令和7（2025）年度 予算区分：県単

1 目的

臭気の定点モニタリング手法は、経時的な臭気を調査できるがリアルタイムでデータの把握はできないため、悪臭が発生した際に直ちに対策を講じることができない。また、ドローンを活用することで農場上空での臭気は確認できたが、より精密な検討は行われていない。

他方、肥料高騰や、国が策定した「みどりの食料システム戦略」の推進に伴い、堆肥の更なる利活用が必要だが、堆肥を散布した際に粉じんや臭気が拡散し悪臭問題に発展する事例も散見されている。また、「みどり戦略」では期待される取組・技術としてバイオ炭の農地投入が上げられているが、バイオ炭単体での散布は現実的ではない。

そこで、定点モニタリング手法をさらに改良し、離れた場所で悪臭が発生したことを農場主が把握できるように、一定の臭気指数（相当値）を観測した際に農場主に通知するシステムを構築するとともに、農場内上空を面的に臭気調査することで農場内作業を見直し悪臭発生防止につなげていく。また、堆肥のペレット化による散布時の臭気抑制効果を明らかにする。併せて、バイオ炭を牛床に敷きアンモニア等の臭気の抑制技術の検証と、バイオ炭入り堆肥生産試験を行う。

2 方法

(1) 堆肥散布時の臭気測定とその対策の検討

当センターで生産した未熟な乳牛ふん尿堆肥を当センター内のほ場に散布し、散布場所から100～200m離れた場所に畜環研式ニオイセンサを稼働させ、臭気の拡散状況を調査した。

(2) ペレット堆肥の実態調査

ペレット堆肥の生産と利用状況の実態を調査するため、ペレット堆肥を生産している畜産農家3戸とペレット堆肥を利用している耕種農家2戸を対象に聞き取り調査を行った。

(3) バイオ炭を牛床へ添加した際の臭気の抑制効果（予備試験）

当センターで飼養している黒毛和種肥育牛4頭の牛床であるオガクズに対して、バイオ炭（もみ殻くん炭）重量比で20%添加した区（試験区、4頭）及び対照としてオガクズのみ区（対照区、4頭）で10日間飼養し、10日目の牛床から発生するアンモニアを測定した。

3 結果の概要

(1) 堆肥散布時の臭気測定とその対策の検討

散布場所から100～200m離れた風下の地点では、臭気指数（相当値）が5程度観測され、散布臭が発生した臭気は風下に流れることが示唆された。

(2) ペレット堆肥の実態調査

ペレット堆肥を生産する3戸の畜産農家（肥育牛、養豚、採卵鶏）に聞き取り調査を行ったところ、3戸とも流通先を確保することが最も重要との意見だった。

また、2戸の耕種農家に聞き取り調査を行ったところ、コストはかかるが化学肥料代が20%削減できたと言った意見が聞かれた。

これらの成果を取りまとめた冊子を作成し、ホームページで公開した（図1）。

(3) バイオ炭を牛床へ添加した際の臭気の抑制効果（予備試験）

肥育牛の牛床であるオガクズの一部として重量比で 20%バイオ炭を入れると、10 日目の牛床から発生するアンモニア濃度は、オガクズのみが 62ppm に対し、バイオ炭が 18ppm と約 25%に抑制できた（図 2、3）。

また、10 日目の床敷きを取り替え作業時に発生するアンモニア濃度は、オガクズのみが 3.8ppm に対し、バイオ炭が 1.8ppm と約 50%抑制しており、作業者への影響を低減できることが示唆された。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

未熟な堆肥を散布する場合、風下などの条件がそろえば臭気が拡散することが示唆されたことから、完熟堆肥を散布することで臭気の拡散状況を調査する。

肥育牛の牛床にバイオ炭を散布すると、牛床から発生するアンモニア濃度が下がることが示唆されたことから、子牛の牛床でも同様にアンモニア濃度が低下するのか調査する。

[具体的データ]



図1 調査を取りまとめ公開した冊子



図3 牛床からアンモニアを測定している様子

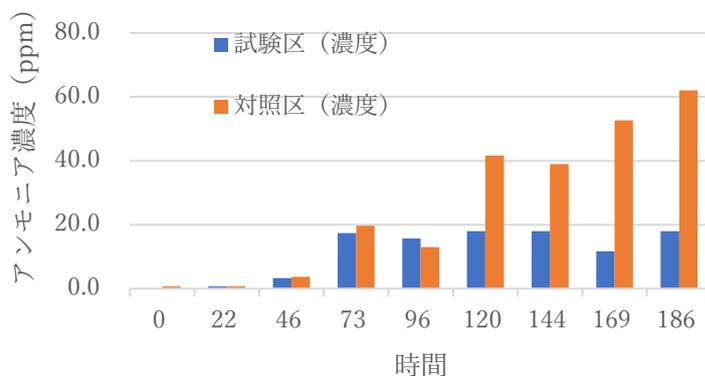


図2 バイオ炭を牛床に20パーセント入れた際に発生するアンモニア濃度

20 指定混合肥料への原料提供が可能な低水分堆肥生産技術の開発

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○添田若菜、福島正人、池田純子

研究期間：令和4(2022)年度～令和7(2025)年度 予算区分：県単、一部受託

1 目的

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化学肥料の使用量を30%低減することを目標としている。また、肥料取締法の改正により、堆肥と化学肥料を混合した「指定混合肥料」の生産が可能となっている。これは環境負荷低減に繋がるだけでなく、畜産農家にとっては堆肥の新たな流通促進に、耕種園芸農家にとっては省力的な肥培管理に期待が持てる制度改正でもある。

しかし、堆肥を指定混合肥料の原料とするには、水分を基準値以下にすることが条件であり、乳牛ふん堆肥など畜種によっては困難な条件となっている。

そこで、指定混合肥料の原料となる低水分堆肥の生産手法を探るため、異なる畜種の堆肥を混合して水分の低減をはかる畜畜連携や、新たな副資材を用いた堆肥化を検討する。

2 方法

(1) 異なる畜種の家畜ふん堆肥の混合による水分低減試験

- ・試験材料：乳牛ふんバラ堆肥（水分64.6%）、豚ふんバラ堆肥（水分51.6%）
- ・試験方法：畜種の異なる堆肥を混合することで、堆肥中に含まれる水分が計算どおりに変化するか調査した。
- ・混合割合：右表のとおりとした。

乳牛ふん堆肥：豚ふん堆肥	
1	0
0	1
1	1
2	1
3	1
1	2
1	3

(2) 廃白土の混合による低水分堆肥生産

- ・試験材料：豚ふん、戻し堆肥、凝集促進剤を含む固形分（以下、脱水ケーキ）、廃白土*
- ・試験方法：豚ふん、戻し堆肥及び脱水ケーキに、廃白土を混合した区（試験区）と廃白土を混合しない区（対照区）を、堆肥化開始時の容積重0.6kg/L程度に調整し、小型堆肥化装置（かぐやひめ）で3週間の堆肥化試験を実施した。
- ・調査項目：水分、容積重、pH、臭気指数（相当値）、アンモニア濃度及び堆肥化時の温度変化
※廃白土…食用油の製造過程で使用する活性白土の残渣で、廃油分を含む（図1）。

3 結果の概要

(1) 異なる畜種の家畜ふん堆肥の混合による水分低減試験

- ・乳牛ふん堆肥と豚ふん堆肥を混合した際の、水分の設計値と分析値の相関係数が0.8%と高いことから、計算どおりの水分低下を確認した（図2）。

(2) 廃白土の混合による低水分堆肥生産

- ・対照区と比較して試験区では、混合直後の温度上昇は緩やかだったが、堆肥化中の温度推移が高かったことから、堆肥化後の水分が低くなった（表1,図3）。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

脱水ケーキに豚ふんを混合した堆肥化試験において、副資材として混合する戻し堆肥の水分を変更することで、適切な副資材の水分を調査する。

[具体的データ]



図1 試験に用いた厩白土

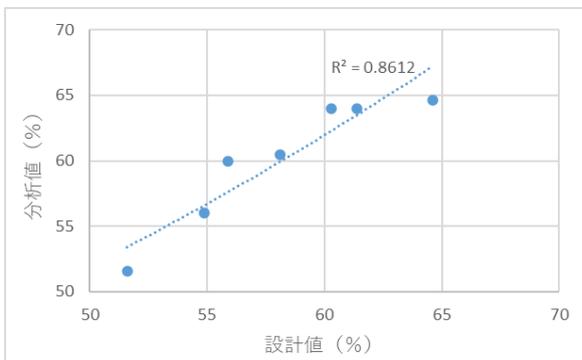


図2 異なる畜種の家畜ふん堆肥を混合した際の水分の設計値及び分析値相関関係

表1 堆肥化時の厩白土混合による水分の変化

試験区 (厩白土入り)					対照区				
	かぐやひめ投入量 (kg)	かぐやひめ投入割合 (%)	堆肥化後の水分 (%)	水分低減率 (%)		かぐやひめ投入量 (kg)	かぐやひめ投入割合 (%)	堆肥化後の水分 (%)	水分低減率 (%)
豚ふん	2.3	45	45.1	26.1	豚ふん	2.3	45	54.7	18.0
脱水ケーキ	1.5	30			脱水ケーキ	1.5	30		
戻し堆肥	0.6	12			戻し堆肥	1.3	25		
厩白土	0.7	13							

※投入量は現物あたり

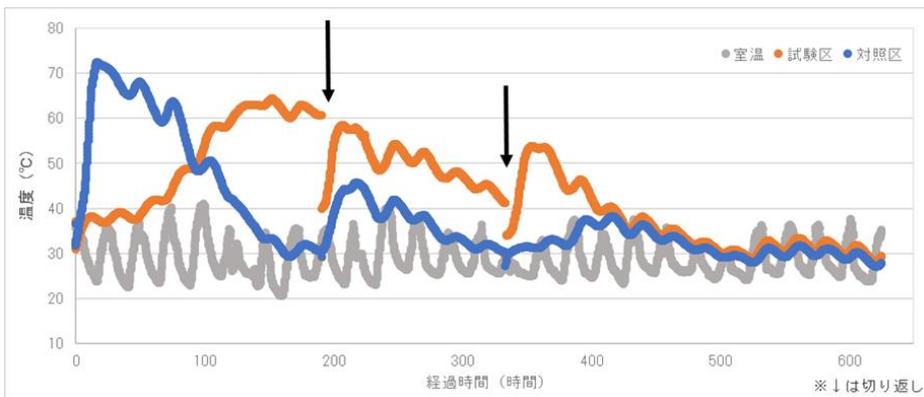


図3 堆肥化中の温度変化

21 肥料メーカーや畜産農家による指定混合肥料の生産と肥料効果の検討

担当部署名：畜産環境研究室

担当者名：○添田若菜、福島正人、池田純子

研究期間：令和4(2022)年度～令和7(2025)年度 予算区分：県単、一部受託

1 目的

農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」では、2050年までに化学肥料の使用量を30%低減することを目標としている。また、肥料取締法の改正により、堆肥と化学肥料を混合した「指定混合肥料」の生産が可能となった。これは、畜産農家にとっては堆肥の新たな流通に、耕種園芸農家にとっては省力的な肥培管理に期待が持てる制度改正と捉えることができる。しかし、家畜ふん尿由来堆肥を利用した指定混合肥料に関するニーズや位置づけ、コストなど、まだ不明瞭な点も多い。

そこで、指定混合肥料の生産手法、生産者が負担するコストや労働力の調査を行うとともに、生産した指定混合肥料の作物栽培肥料効果や経時的な肥料成分の変化等の調査を行う。

2 方法

(1) ペレット状指定混合肥料の試作及び保管時の経時的変化

- ・試験材料：肥育牛ふんと豚ふんの畜種混合堆肥、粉状の化学肥料（硫安、過リン酸石灰）
- ・試験方法：栃木県農業試験場の施肥設計に基づき、堆肥と粉状の化学肥料を混合し、肥料メーカーの所有のペレットマシンに混合物を通すことでペレット状の指定混合肥料を試作した。また、試作した指定混合肥料の保管による経時的変化を調査した。
- ・調査項目：含有窒素量、袋内のアンモニア濃度

(2) 指定混合肥料を活用したネギ栽培現地実証試験

- ・試験材料：鶏ふん堆肥、硫安、重過リン酸石灰、硫酸加里、ハイパーCDU 中期（緩効性窒素肥料）
- ・試験方法：耕種園芸農家、栃木県農業試験場と連携し、当センターで試作した指定混合肥料を基肥としてネギの栽培を実施し、試作した指定混合肥料の保管による経時的変化、生産コストの試算及びネギの生育・収量調査を行った。ネギの慣行栽培は追肥を行っているが、今回は指定混合肥料に緩効性窒素肥料を使用することで追肥を削減した。
- ・試験区設定：試験区（指定混合肥料施肥、追肥なし）、慣行区（追肥あり）
- ・調査項目：ネギの生育及び収量、生産コスト（労働力を含む）、保管時の経時的な変化（袋内のアンモニア濃度）

3 結果の概要

(1) ペレット状指定混合肥料の試作及び保管時の経時的変化

- ・肥料メーカーが所有するペレットマシンで試作したところ、白煙が発生し長期的な稼働が難しかった。そこで、油分として米ぬかを添加することで、ペレット状の指定混合肥料を試作できた。家畜ふん由来堆肥を原料にした指定混合肥料のペレット化には、原料の状態に合わせた機械の選定や細かい条件設定が必要であることが明らかになった。
- ・ペレット状指定混合肥料を袋に入れて密栓し、4週間後、6週間後、8週間後に含有窒素量及び袋内のアンモニア濃度を測定したところ、どちらも大きな変化はなかったことから、長期間の保管が可能であることが示唆された（表1）。

(2) 指定混合肥料を活用したネギ栽培現地実証試験

- ・人件費と材料費を含むコストを比較したところ、追肥のある慣行区よりも指定混合肥料を施用した試験区で低減した（表2）。
- ・慣行区と試験区でネギの生育や収量に大きな差はなかった（表3、図1）。
- ・鶏ふん堆肥と化学肥料の混合保管ではアンモニアがほとんど検出されなかった（図2、3）。

4 今後の問題点と次年度以降の計画

今後は指定混合肥料のペレット化に向け、ペレット堆肥を生産している畜産農家所有のペレットマシンで試作を行う。また、ペレット化した指定混合肥料の肥料効果やコストについて検討する。

[具体的データ]

表1 ペレット指定混合肥料保管時の経時的变化

	設計値	4週間後	8週間後	12週間後
含有窒素量(%)	3.1	3	3.3	3.1
アンモニア濃度(ppm)	—	0	1	1

(現物あたり)

表2 コスト計算結果

	試験区	慣行区
【人件費】		
・指定混合肥料生産	1,826円	—
・指定混合肥料施肥	0円	—
・基肥施肥	—	639円
・追肥	—	548円
【材料費】		
・堆肥(運搬散布込み)	1,608円	3,000円
・指定混合肥料用化学肥料	37,686円	—
・基肥用化学肥料	—	18,500円
・追肥	—	22,000円
合計	41,120円	44,687円

表3 生育・収量調査結果

		試験区	慣行区
①	草丈(cm)	35.7	31.6
	5 葉鞘径(mm)	8.4	8.3
	月 葉数(枚)	4.3	4.4
②	草丈(cm)	85.1	80.1
	7 葉鞘径(mm)	18.0	18.1
	月 葉数(枚)	3.2	4.6
③	草丈(cm)	73.6	74.0
	9 葉鞘径(mm)	17.7	17.7
	月 葉数(枚)	4.7	5.0
	換算収量(t/10a)	5.7	5.5



図1 収穫したネギ(左が試験区、右が慣行区)

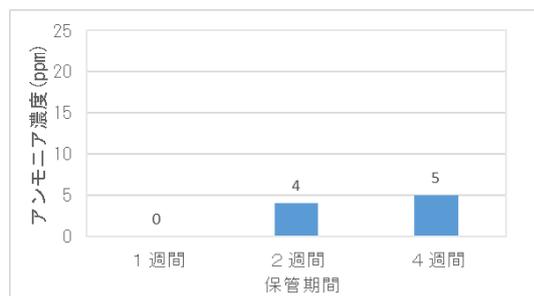


図2 指定混合肥料保管時のアンモニア濃度



図3 鶏ふん堆肥と化学肥料を混合した指定混合肥料